

TNO-rapport
TM-96-A019

titel
**Vliegtuigmotoronderhoud F-16:
taak- en opleidingsanalyse**

TNO Technische Menskunde

Information contained
herein is classified
"Secret" for public release
Authority: Defense

19960611 074



TNO-rapport
TM-96-A019

titel
**Vliegtuigmotoronderhoud F-16:
taak- en opleidingsanalyse**

TNO Technische Menskunde

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

Telefoon 0346 35 62 11
Fax 0346 35 39 77

auteurs
A.M. Schaafstal
M.P.W. van Berlo

datum
23 april 1996

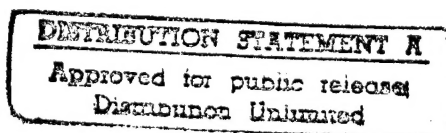
DTIC QUALITY INSPECTION

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 1996 TNO

aantal pagina's : 21 (incl. bijlagen,
excl. distributielijst)



REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) RP 96-0153	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TM-96-A019
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 788.3	5. CONTRACT NUMBER A95/KLu/368	6. REPORT DATE 23 April 1996
7. NUMBER OF PAGES 21	8. NUMBER OF REFERENCES 0	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Interim
10. TITLE AND SUBTITLE Vliegtuigmotoronderhoud F-16: taak- en opleidingsanalyse (Aircraft engine maintenance F-16: task and course design analysis)		
11. AUTHOR(S) A.M. Schaafstal and M.P.W. van Berlo		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Defence Research Schoemakerstraat 97 2628 VK Delft		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) The Royal Netherlands Airforce has commissioned a study into the development of a new course curriculum for engine maintenance F-16. The immediate cause for this research project is the deficiency in training devices at the Airforce Electronics and Technical School. These training devices are either out-of-date, and therefore not maintainable anymore, or nonexistent. This task analysis shows that maintenance technicians carry out their jobs in very different settings, with very different tasks in each setting. This argues for a more differentiated course curriculum per job type. However, this is only slightly in accordance with the current training practices.		
16. DESCRIPTORS Aircraft Airforce Training		IDENTIFIERS Maintenance
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

titel : Vliegtuigmotoronderhoud F-16: taak- en opleidingsanalyse
auteurs : Dr. A.M. Schaafstal en drs. M.P.W. van Berlo
datum : 23 april 1996
opdrachtnr. : A95/KLu/368
IWP-nr. : 788.3
rapportnr. : TM-96-A019

In opdracht van de Koninklijke Luchtmacht wordt, op basis van een taak- en opleidingsanalyse, toegewerkt naar een nieuw opleidingsplan voor motoronderhoud F-16. Directe aanleiding voor dit onderzoek is het gebrek aan onderwijshulpmiddelen op de Luchtmacht Elektronische en Technische School. Deze hulpmiddelen zijn ofwel verouderd (voor de 200 motor), en daarom niet meer onderhoudbaar, ofwel niet aanwezig (voor de 220 motor, de motor waarmee de Nederlandse F-16's in de toekomst allemaal uitgerust zullen zijn). Een taakanalyse toont aan dat motormonteurs op zeer veel verschillende werkplekken werkzaam kunnen zijn en op elke werkplek zeer verschillende taken uitvoeren, variërend van voornamelijk sleutelen in het werkcentrum Motoren, tot veel meer diagnostische taken op b.v. het vliegend squadron. Dit pleit voor een meer gedifferentieerde opleiding per functie, waar in de huidige opleidingspraktijk slechts in beperkte mate sprake van is. De huidige opleiding tot motormonteur is in principe niet gedifferentieerd naar toekomstige functie en is dus noodzakelijk breed van karakter. Dit betekent dat eigenlijk geen enkele monteur maximaal profijt heeft van de opleiding: de opleiding behandelt alle elementen van het motoronderhoud, maar noodzakelijkerwijs voor iedereen op sommige punten te veel, en op andere punten te weinig. Op deze wijze is het lastig om een goede afstemming te creëren tussen opleiding en praktijk. Hieruit voortvloeiend wordt aanbevolen om het onderwijs meer modulair op te zetten. Het gebrek aan geschikte hulpmiddelen voor de opleiding voor onderhoud aan de 220-motor, maar ook aan de 200-motor vormt een groot probleem. Het verdient dan ook aanbeveling om de definitie van deze hulpmiddelen snel te starten.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	3
SUMMARY	4
1 INLEIDING	5
2 ONDERHOUD AAN DE F-16 MOTOR	6
2.1 Organisatie van periodiek onderhoud	6
2.2 Organisatie van correctief onderhoud	7
3 WERKPLEKKEN EN TAKEN VAN F-16 MOTORMONTEURS	8
4 DE OPLEIDING VAN MOTORMONTEURS	11
4.1 Het huidige opleidingstraject	12
4.2 De initiële cursus	14
4.3 De conversie-cursus	15
4.4 De diagnostic-cursus	15
4.5 Simulatoren	16
5 KNELPUNTEN IN DE OPLEIDING VAN MOTORMONTEURS	17
5.1 LETS	17
5.2 Bases	18
5.3 Vergelijking tussen taakanalyse en opleidingsinhoud	19
6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	19

Rapport nr.: TM-96-A019
Titel: Vliegtuigmotoronderhoud F-16: taak- en opleidingsanalyse
Auteurs: Dr. A.M. Schaafstal en drs. M.P.W. van Berlo
Instituut: TNO Technische Menskunde
Afd.: Vaardigheden
Datum: april 1996
DO Opdrachtnummer: A95/KLu/368
Nummer in MLTP: 788.3

SAMENVATTING

In opdracht van de Koninklijke Luchtmacht wordt, op basis van een taak- en opleidingsanalyse, toegewerkt naar een nieuw opleidingsplan voor motoronderhoud F-16. Directe aanleiding voor dit onderzoek is het gebrek aan onderwijshulpmiddelen op de Luchtmacht Elektronische en Technische School. Deze hulpmiddelen zijn ofwel verouderd, en daarom niet meer onderhoudbaar, ofwel niet aanwezig. Een taakanalyse toont aan dat motormonteurs op zeer veel verschillende werkplekken werkzaam kunnen zijn en op elke werkplek zeer verschillende taken uitvoeren. Dit pleit voor een meer gedifferentieerde opleiding per functie, waar in de huidige opleidingspraktijk slechts in beperkte mate sprake van is.

Aircraft engine maintenance F-16: task and course design analysis

A.M. Schaafstal and M.P.W. van Berlo

SUMMARY

The Royal Netherlands Airforce has commissioned a study into the development of a new course curriculum for engine maintenance F-16. The immediate cause for this research project is the deficiency in training devices at the Airforce Electronics and Technical School. These training devices are either out-of-date, and therefore not maintainable anymore, or nonexistent. This task analysis shows that maintenance technicians carry out their jobs in very different settings, with very different tasks in each setting. This argues for a more differentiated course curriculum per job type. However, this is only slightly in accordance with the current training practices.

1 INLEIDING

De F-16 kent twee typen motoren, de 200-motoren en de 220-motoren. Van monteurs wordt verwacht dat zij in de toekomst onderhoud (preventief en correctief) kunnen plegen aan beide typen motoren. De opleiding van de monteurs vindt deels plaats op de Luchtmacht Elektronische en Technische School (LETS) te Schaarsbergen, en deels in de praktijk [o.a. opleiding tijdens tewerkstelling (OTT)]. Om monteurs op te leiden in het onderhoud van deze motoren wordt op de LETS o.a. gebruik gemaakt van simulatoren. Deze simulatoren zijn echter verouderd en alleen gemaakt voor het type 200-motoren. Voordat kan worden overgegaan tot de ontwikkeling van nieuwe hulpmiddelen voor het onderwijs (CBT of simulatoren) wordt het echter van belang geacht om de gehele opleiding vliegtuigmotoronderhoud op basis van een grondige analyse opnieuw te structureren, teneinde te komen tot een goed geïntegreerde opleiding, met inzet van geschikte leermiddelen voor de diverse onderwerpen.

Probleemstelling

Ontwikkel op basis van een grondige analyse een opleidingsplan voor Vliegtuigmotoronderhoud F-16. Hierbij is het van groot belang dat de verschillende onderwijsvormen die aan de orde komen in de opleiding (klassikaal onderwijs, CBT, hands-on) goed met elkaar verweven worden, b.v. in de vorm van een docentengids en cursistengids, zodat de overkoepelende aspecten in de opleiding duidelijk blijven.

Het project richt zich in eerste instantie op de taken die door Technisch specialisten worden uitgevoerd en wordt uitgevoerd in opdracht van de Directie Personeel van de Koninklijke Luchtmacht.

Werkzaamheden

Op basis van het voorgaande kunnen de volgende werkzaamheden worden onderscheiden:

a Taakanalyse onderhoud vliegtuigmotoren F-16

Door middel van een taakanalyse zal worden gekeken welke taken de monteurs in verschillende werkomgevingen (werkcentrum Motoren, squadron, run-up, depot, Bureau Technisch Onderzoek, Bureau Motoren) uitvoeren.

b Analyse knelpunten huidige opleiding

Op basis van gesprekken met opleidingsfunctionarissen, op basis van gesprekken met onderhoudspersoneel op de diverse bases, en op basis van een vergelijking van de uitkomst van de taakanalyse en opleidingsinhoud, zal worden geïnventariseerd welke knelpunten bestaan in de huidige opleiding.

c Ontwikkeling leerdoelen vernieuwde opleiding

Op basis van de taakanalyse en de benodigde kennis en vaardigheden zullen leerdoelen worden geformuleerd voor de vernieuwde opleiding.

d Toewijzing leerdoelen aan onderwijsvormen

Voor de verschillende leerdoelen zal worden gekeken welke onderwijsvorm(en) (klassikaal, simulator, CBT, hands-on) het meest passend is/zijn.

e Ontwikkeling opleidingsplan

Op basis van leerdoelen en onderwijsvormen zal worden gekomen tot de ontwikkeling van een opleidingsplan. Op basis van dit opleidingsplan moet het duidelijk zijn hoe de verschillende onderwijsvormen in elkaar overvloeien, en aan elkaar gerelateerd zijn.

f Globale definitie hulpmiddelen "hands-on" onderwijs

De hulpmiddelen voor het "hands-on" onderwijs zullen in deze fase globaal worden gedefinieerd.

g Rapportage

De resultaten van de hiervoor beschreven werkpakketten zullen worden neergelegd in de vorm van één of meerdere rapporten.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de eerste twee werkzaamheden: de taakanalyse en de analyse van de opleiding, inclusief een analyse van de knelpunten. De rest van dit rapport is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk twee beschrijft de gang van een motor in zowel het periodiek als het correctief onderhoud. Op grond hiervan kan een beschrijving worden gemaakt van de werkplekken van de monteurs, beschreven in hoofdstuk drie, alsmede de taken die de monteurs op de verschillende werkplekken uitvoeren. Hoofdstukken vier en vijf geven een analyse van de opleiding en de knelpunten in de opleiding. In hoofdstuk zes tenslotte volgen conclusies en aanbevelingen voor het vervolg.

2 ONDERHOUD AAN DE F-16 MOTOR

Dit hoofdstuk beschrijft welke vormen van onderhoud aan de F-16 motor wordt gepleegd en door welke instanties. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen twee vormen van onderhoud: periodiek onderhoud (na een vast aantal vliegreuren of motordraaiuren) en correctief onderhoud (na een storing of klacht).

2.1 Organisatie van periodiek onderhoud

Tijdens periodiek onderhoud wordt op grond van inspectie beslist of delen van de motor moeten worden vervangen, en soms worden ook vaste vervangingen gedaan. Periodiek onderhoud start met een inname-inspectie van een uitgebouwde motor op een onderhoudsquadron. Tijdens deze inname-inspectie wordt de motor in het werkcentrum Motoren in- en uitwendig gecontroleerd o.a. met behulp van borescopie (een hulpmiddel om de motor inwendig te kunnen inspecteren). In deze fase wordt beslist welke werkzaamheden aan de motor moeten worden uitgevoerd. Vervolgens worden deze werkzaamheden verder uitgevoerd in het werkcentrum Motoren. De werkzaamheden in dit werkcentrum Motoren worden verdeeld door het hoofd van het werkcentrum Motoren, de werkcentrum chef. Per "dock", waarin zich één motor bevindt, wordt gesleuteld door ongeveer 2 à 3 monteurs, een combinatie van specialisten motormontage en assistenten motormontage. Het werk van de monteurs in het werkcentrum Motoren bestaat voornamelijk uit sleutelen. Vanwege de enorme hoeveelheid details, en modificaties, moeten de monteurs hierbij regelmatig gebruik maken van boeken en naslagwerken. Het demonteren van een motor kan maximaal ongeveer

één week in beslag nemen; voor het monteren geldt hetzelfde. Belangrijk onderdeel van het werk in het werkcentrum Motoren is verder het invoeren van de onderhoudsgegevens in CAMS (Core Automated Maintenance System), zodat de "status" van de motor goed bijgehouden wordt. In het werkcentrum Motoren wordt samengewerkt door technisch specialisten en assistenten motormontage. De assistenten motormontage voeren met name meer routine-matige werkzaamheden uit onder verantwoordelijkheid van een technisch specialist. De technisch specialist voert in principe diverse testen uit en inspecteert componenten.

Na montage wordt de motor, in principe op het volle vermogen, getest op de zgn. "run up". Hierbij wordt gebruik gemaakt van een proefbank, maar ook aan de motor zelf worden metingen verricht indien storingen worden geconstateerd tijdens de trim. Mochten er dan daadwerkelijk kleine storingen worden ontdekt, dan worden deze verholpen door de monteurs van de run-up. In principe zijn in de run-up, met uitzondering van de beheerder, geen vaste monteurs werkzaam, maar zijn deze monteurs afkomstig van het werkcentrum Motoren. In de praktijk wordt dit ook wel eens anders georganiseerd.

Na afloop van de testprocedure op de run-up gaat de motor terug naar het werkcentrum Motoren voor een laatste check, en wordt daarna overgedragen aan de Onderhoudsvlucht van het squadron waar de motor wordt ingebouwd. Na de motor te hebben ingebouwd wordt wederom getest op de run-up (dit maal met een ingebouwde motor), en kan, na het uitvoeren van één of meerdere testvluchten, het toestel weer worden ingezet.

Behalve deze vorm van periodiek onderhoud vinden ook regelmatig, na elke vlucht, controles van de motor plaats. Zo worden b.v. na elke vlucht oliemonsters genomen, die, afhankelijk van de basis, worden geanalyseerd in het werkcentrum Motoren of de Onderhoudsvlucht (JOAP).

2.2 Organisatie van correctief onderhoud

Correctief onderhoud kan op verschillende manieren starten. Eén ervan is het aangeven van een klacht door een vlieger. In dit geval kan als eerste check, ter verificatie van de klacht, de motor op 80% van zijn vermogen in een zgn. "shelter" worden getest door een monteur van het vliegend squadron. Als blijkt dat er inderdaad een motorstoring is, die niet tot op LRU-niveau (Line Replaceable Unit) op het squadron zelf kan worden verholpen, dan wordt de motor uit het vliegtuig gehaald en ter verder onderhoud naar een onderhoudssquadron getransporteerd. Het kan echter ook gebeuren dat bij een controle na afloop van een vlucht het toestel zelf aangeeft, d.m.v. "fail indicators" dat ergens een afwijking is gedetecteerd. Ook in dit geval wordt van de monteur op het vliegend squadron verwacht dat een adequate diagnose wordt gesteld, en het probleem zo mogelijk wordt verholpen. Een belangrijk aspect van het werken op het vliegend squadron behelst verder het kunnen omgaan met de geautomatiseerde onderhoudssystemen die worden gehanteerd in relatie tot de F-16 motor (b.v. EDU, CEDS, DTS, CAMS). Op het vliegend squadron moet regelmatig onder grote tijdsdruk worden gewerkt, met name in inzetgebieden (b.v. Villafranca) en tijdens oefeningen.

3 WERKPLEKKEN EN TAKEN VAN F-16 MOTORMONTEURS

Uit voorgaande beschrijving van de organisatie van onderhoud kan een aantal werkplekken voor monteurs worden afgeleid:

- a Werkcentrum Motoren – inname-inspectie (uitgebouwde motor)
- b Werkcentrum Motoren – “docks” (uitgebouwde motor)
- c Run-up (zowel in- als uitgebouwde motor)
- d Vliegend squadron (ingebouwde motor).

Daarnaast wordt nog op enkele andere plaatsen gewerkt aan het onderhoud van motoren, dan wel aan het ondersteunen van het onderhoud van motoren:

- e Depot
- f Bureau Technisch Onderzoek (BTO)
- g Bureau Motoren (BMO).

ad a. De taken die in het werkcentrum Motoren (inname-inspectie) worden uitgevoerd zijn globaal de volgende:

- Inwendige inspectie o.a. door middel van borescopie
- Uitwendige controle.

ad b. De taken die in het werkcentrum Motoren (“docks”) worden uitgevoerd zijn globaal de volgende:

- Op grond van opdracht van werkcentrum chef of CAMS:
Inspecteren (gebeurt altijd)
Vervangen (zo nodig)
Repareren.

De Technisch Specialist bepaalt zelf of iets wordt vervangen dan wel gerepareerd op grond van de limieten die gesteld worden in de documentatie.

- Gebruik van CAMS
- Uitvoeren van modificaties
- Het bedienen van testapparatuur
O.a.: Ignition tester, Vacuum leak check, Airflow check, Engine Analysing Unit, Data Collection Unit, Data Transfer System, Ground Station Unit, Fluke (digitale multimeter), Special tools
- Smeren/schoonmaken/corrosiepreventie
- Coördinatie TCTO status i.s.m. werkcentrum chef
- Hetgeen afgekeurd is administratief afhandelen
- Nieuwe aanvragen plaatsen (IPB, illustrated parts breakdown)
- Aanvragen andere specialisten (b.v. bankwerker, elektro, NDO (non-destructive onderzoeker))
- Proefdraaien na final inspection, met name na groot onderhoud
- Onderhoud aan gronduitrusting/testapparatuur
- Hanteren van hijsapparatuur
- Besturen van speciale voertuigen (b.v. Spijkstaal)
- TO's up-to-date houden
- Bediening Field Reprogramming System (FRS)

- EMS component repair
- Begeleiden toekomstige specialisten (OTT-leermeester)
- Evt. JOAP uitvoeren
- Geven van voorlichting

ad c. De taken die op de run-up door de Technisch Specialisten worden uitgevoerd zijn globaal de volgende:

- Bediening bijzondere voertuigen (o.a. Spijkstaal, of gebruik materieel om vliegtuig naar binnen te lieren)
- Aansluiten motor op proefbank
- Aansluiten inlet run screen
- Bediening Jet Air Starter (JAS)
- Uitvoeren van testen:
 - * Gegevens invoeren motor. Welke testen worden gedraaid wordt bepaald door TO's, maar die zijn vertaald in software
 - * Interpretatie gegevens (zowel tijdens het testen, als na afloop van het testen: interpretatie uitkomst)
- Kunnen selecteren van parameters die horen bij een bepaalde klacht.
- Verhelpen van klachten die zich tijdens het proefdraaien voordoen (onderdelen die zijn te verwisselen op de run-up)
- Gebruik van randapparatuur
- Bediening CAMS + backup banksoftware bijhouden
- Klachtenboek bijhouden
- Bewaking veiligheid
- Aanvraag specialisten
- Borescopie bij een hotstart (zeer beperkt)
- Corrosiepreventie
- Voorlichting geven.

Daarnaast heeft de run-up *beheerder* (BRU) nog enkele extra taken:

- Onderhoud randapparatuur/gronduitrusting
- Problemen aan proefbank kunnen oplossen
- Calibratie van proefbank (met name run-up beheerder)
- Testsoftware opnieuw opstarten via Fortran
- Koppeling van programma's + verwerking van proefbank klachten
- Optreden als complexbeheerder
- Optreden als veiligheidsfunctionaris
- Coördinatie/communicatie met toeleveranciers
- TO's up-to-date houden
- Begeleiding geven aan toekomstige specialisten
- Verantwoordelijkheid voor de handvoorraad.

ad d. Globaal worden door de Technisch Specialisten op het vliegend squadron de volgende taken uitgevoerd:

- Inspecties
- Proefdraaien

- Klachten verhelpen tot op LRU-niveau
- Vliegtuig begeleiden naar run-up
- Vliegtuig naar binnen lieren
- Gebruik van randapparatuur zodat kan worden getest zonder de motor te draaien:
 - * External power
 - * Cooling car
- Toepassen veiligheidsvoorschriften (o.a. plaatsen antipersonal screen)
- Inroepen van andere specialisten indien nodig, in eerste instantie afkomstig van het onderhoudssquadron
- Gebruik maken van motortesters:
 - * SCS tester: controle in- en output engine electronic control
 - * Machnr. simulator
 - * Engine test set/trim box
 - * Ignition test set
 - * EEWS (Engine Emergency Warning System) test set
- Metingen verrichten op elektronisch gebied
- Visuele checks op fail indicators
- Bij proefdraaien controle volgens checklist/hanteren job guides
- Gebruik geautomatiseerde onderhoudssystemen (o.a. EDU, DTS, CEDS, CAMS)
- Gebruik Ground Station Unit (GSU)
- Begeleiding aankomend technisch specialisten + assistenten motormontage
- Uitvoeren van JOAP.

ad e. Depot

Op het depot worden de onderdelen die zijn afgekeurd in het werkcentrum Motoren bekeken of het onderdeel werkelijk aan zijn limieten zit. Bovendien wordt op het depot gewerkt aan het herstel van modules, voor de motor zijn dit vijf in getal: Fan (inlet fan), de Core engine, de Fandrive turbine, de Augmentor duct and nozzle, en de Gearbox.

De taken van Technisch Specialisten werkzaam in het depot kunnen globaal als volgt worden omschreven:

- Herstel van modules (hierboven beschreven). Op grond van een opleiding krijgt iemand het certificaat "F100 module hersteller" en is daarmee gasturbinehersteller geworden
- Controle van door bases afgekeurde elementen op limietoverschrijding
- Uitvoeren modificaties die niet in het werkcentrum Motoren worden uitgevoerd en waarvoor speciale apparatuur vereist is (b.v. balanceerinrichting)
- Uitvoeren van borescopie (incidenteel)
- Gebruik van hijsinstallaties/elektrische vorkheftruck
- Uitvoeren Midlife Update
- Gebruik Produktie Beheersingssysteem (PBS)
- Verrichten van bestellingen, coördineren van afleveringen.

ad f. Bureau Technisch Onderzoek (BTO)

Het Bureau Technisch Onderzoek is een ondersteunend bureau, dat o.a. als vraagbaak door de motormonteur kan worden gebruikt. Daarnaast worden door dit bureau verslaggevingen van problemen (AIWS) voorbereid. Elke luchtmachtbasis heeft een eigen BTO.

De taken van de technisch specialist op het Bureau Technisch Onderzoek kunnen globaal als volgt worden omschreven:

- Technische ondersteuning aan werkvloer
- Opstellen van AIWS (verslaggeving van probleem) op verzoek van de werkvloer, met begeleiding van het ROH-rapport "Onveilige Handelingen/Situaties"
- Local TCTO's opmaken
- Opmaak: AF form 847 (Flight Publications)
- Opmaak: AFTO form 22 (Overige TO's)
- Opmaak: overige publikaties
- Uitgave Operational Supplements (vervangingen in documentatie TCTO's. Deze Operational Supplements worden later vervangen door "Changes")
- Opstellen "Product Quality Deficiency Reports"
- Verzoeken om technische informatie: Opmaak van Field Service Report.

ad g. BMO (Bureau Motoren)

Het Bureau Motoren stelt o.a. normen t.a.v. technische processen, en stelt onderhoudsconcepten op of past deze zonodig aan. Er is slechts één BMO in de KLu. Het Bureau Motoren werkt niet voor slechts één vliegtuigtype, maar behandelt de motor van alle vliegtuig- en helikoptertypen.

De taken van de technisch specialist op het Bureau Motoren (BMO) kunnen globaal als volgt worden omschreven:

- Het stellen van normen van technische processen. Deze worden afgeleid uit de TO's, maar de normen in Nederland kunnen afwijken van de normen in de Verenigde Staten)
- Het opstellen/aanpassen van onderhoudsconcepten
- Technische beoordeling van modificaties aan KLu-materieel
- Projectorganisatie en -begeleiding, b.v. 220E project
- Beheer TO's
- Onderzoek naar tekortkomingen
- Beoordeling offertes onderhoudswerkzaamheden door buitenbedrijven
- Onderzoek luchtvaartongevallen
- Leveren van technische ondersteuning aan werkvloer.

Voor wat betreft de opleidingsanalyse ligt de focus op de werkplekken a t/m e. Het Bureau Technisch Onderzoek en het Bureau Motoren blijven vooralsnog buiten beschouwing.

4 DE OPLEIDING VAN MOTORMONTEURS

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de opleiding van de motormonteurs (de technisch specialisten) van de motor van de F-16 zoals die door de LETS wordt verzorgd.

4.1 Het huidige opleidingstraject

Het opleidingstraject van de technisch specialisten bestaat uit een aantal verschillende cursussen (zie Fig. 1). Alle technisch specialisten, ongeacht de werkplek waarop ze te werk worden gesteld, krijgen dezelfde cursussen aangeboden. Er wordt met andere woorden niet gedifferentieerd opgeleid. Niet alle monteurs echter volgen alle opleidingen die in Fig. 1 staan afgebeeld. Een monteur die bijvoorbeeld in het Werkcentrum Motoren gaat werken, volgt na de cursus "Basistechniek" de KH 267 waarin hij initieel wordt opgeleid voor de 200-motor, gevolgd door een OTT. Pas als een monteur, vaak na enkele jaren, doorstroomt naar de run-up volgt hij een diagnostic-cursus.

In de huidige situatie ziet het globale opleidingstraject er als volgt uit. Na een reguliere school-opleiding (LTS/MTS) komt een leerling op de LETS en volgt ten eerste een algemene, initiële militaire opleiding (KA 117), gevolgd door een bedrijfsvoeringscursus voor specialisten (KG 422). Na het behalen van deze cursussen krijgt hij een motor-basis cursus (KG 419, 53 dagen) aangeboden. Daarna volgt hij de KH 267 (51 dagen), waarin hij specifiek voor de 200-motor wordt opgeleid. Een monteur krijgt op de werkvloer echter ook te maken met 220-motoren (zie hoofdstuk 3). Omdat de KH 267 monteurs alleen voorbereid zijn op het werken aan de 200-motor, moet als aanvulling een conversietraining worden gevolgd (KH 382, 18 dagen). Na de initiële cursus op de LETS wordt een stage gelopen op een basis: de Opleiding Tijdens Tewerkstelling (OTT). Tijdens deze OTT (KH 280, 46 dagen) doet de monteur, onder begeleiding, praktijkervaring op. Om op een run-up te kunnen werken is aanvullende opleiding nodig. Hierin wordt voorzien door de KH 268. In deze 13-daagse cursus leert de monteur diagnoses te stellen over het functioneren van de 200-motor. Om beheerder van de run-up (BRU) te worden moet de technisch specialist de BE 0021¹ (10 dagen) volgen waarin geleerd wordt om de proefbank te bedienen, gevolgd door de BE 0023 om de proefbank te leren calibreren. Deze twee cursussen kunnen ook door andere monteurs dan de BRU gevolgd worden. In de praktijk blijkt dat niet alle monteurs van de run-up dit opleidingstraject volgen.

Na de initiële cursus en de betreffende OTT kan de monteur verschillende andere cursussen volgen. Bijvoorbeeld, in de cursus voor JOAP-operator (KH 484, 4 dagen) wordt de monteur het uitvoeren van een olie-analyse met behulp van een JOAP-bank geleerd. Ook deze cursus wordt gevolgd door een OTT-periode (KH 406, 5 dagen).

Analoog aan het opleidingstraject voor de monteur van de 200-motor, is een traject ontwikkeld voor de monteur van de 220-motor. De initiële cursus en de bijbehorende OTT, evenals de diagnostic-cursus, worden echter nog niet verzorgd. In het huidige opleidingstraject wordt een toekomstig 220-motormonteur dus initieel voorbereid op de werkzaamheden met betrekking tot een 200-motor, maar vooralsnog niet specifiek met betrekking tot een 220-motor. Wel wordt er een conversiecursus verzorgd.

¹ Deze cursus wordt verzorgd door een burgerbedrijf.

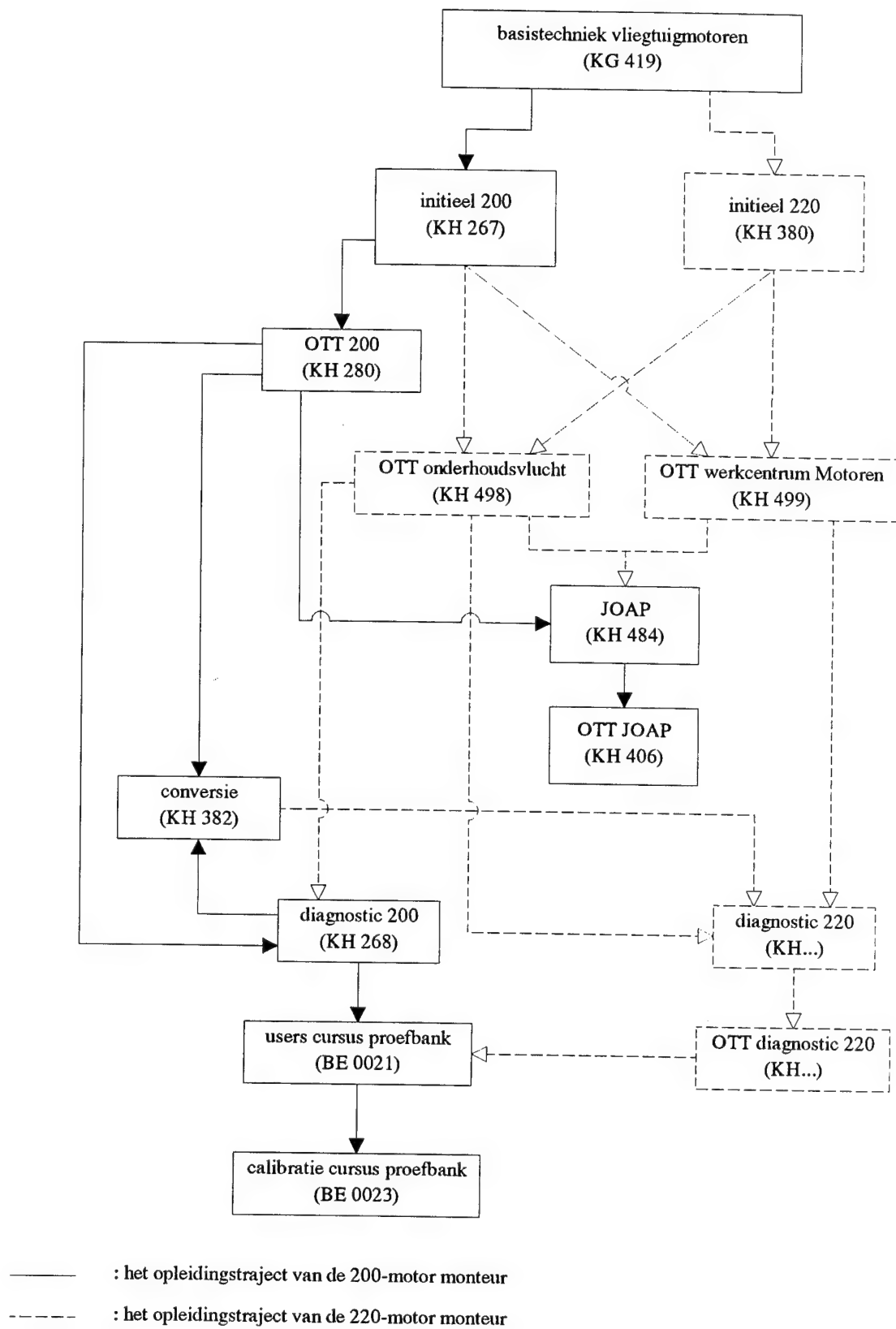


Fig. 1 Het opleidingstraject van een motormonteur.

In de toekomst zal, volgend op een initiële cursus, een gedifferentieerde OTT worden verzorgd. De KH 498 is bedoeld voor de monteurs werkzaam bij de onderhoudsvlucht van een squadron, en de KH 499 voor de monteurs die bij het werkcentrum Motoren geplaatst zijn. De keuze hiervoor is dus onafhankelijk van het type motor waarvoor de monteur initieel is opgeleid. Zolang deze OTT nog niet wordt verzorgd volgen de cursisten vooralsnog de KH 280.

In Fig. 1 is het globale opleidingstraject afgebeeld. In de linkerhelft van het figuur is het traject van de "200-monteur" aangegeven door middel van de ononderbroken pijlen en boxen. Het traject van de "220-monteur" staat in de rechterhelft, en is gemarkeerd met onderbroken pijlen en boxen om aan te geven dat dit traject nog niet wordt verzorgd.

Op de bases moet de specialist motormontage eveneens kunnen werken met CAMS. Het voornemen is de cursisten met CAMS te leren werken in het praktijkgedeelte van de initiële cursus (KH 267). Hetzelfde geldt voor het leren werken met de borescopie.

De drie centrale cursussen in het totale opleidingstraject van de technisch specialisten (de initiële cursus, de conversie-cursus, en de diagnostic-cursus) worden hieronder nader toegelicht.

4.2 De initiële cursus

De initiële cursus voor de 200-motor (KH 267) duurt 51 dagen en bestaat uit een theorie- en een praktijkgedeelte die elkaar opvolgen. Het doel van deze cursus is verschaffen van de kennis en vaardigheden benodigd voor het verrichten van preventief en correctief onderhoud aan de F-100/PW200 motor. De motormonteurs leren: de noodzakelijk te nemen veiligheidsmaatregelen bij ground handling en servicing uit te voeren, de specifieke materieel-logistieke procedures toe te passen, de werking en opbouw van de motor (o.a. internal airflow, anti ice system, oil system, electrical system, backup control system, en engine start system), de wijze waarop de testapparatuur moet worden bediend, en hoe de documentatie moet worden geraadpleegd.

In het theoriegedeelte (31 dagen) krijgen de cursisten instructie in de werking van de straalmotor. De onderwijsvormen die hierbij voornamelijk worden gebruikt zijn het doceren en het onderwijsleergesprek. Vervolgens leren de cursisten in het praktijkgedeelte (20 dagen) de praktische vaardigheden in het (de)monteren van de motor, en krijgen instructie in het gebruik van de documentatie. De instructeur geeft de cursisten (maximaal drie per instructeur) een opdracht die ze gezamenlijk moeten oplossen. De instructeur houdt hierop toezicht en controleert regelmatig de werkzaamheden van de cursisten, en stelt regelmatig vragen over het hoe en waarom van bepaalde werkzaamheden. Naarmate de cursisten meer vaardigheden opdoen neemt de instructeur een minder prominente rol in. De instructeur vult een beoordelingsformulier in met behulp waarvan de prestaties van de cursist tijdens het praktijkgedeelte worden beoordeeld. In de nabije toekomst wordt het werken met behulp van CAMS en met de borescoop geïntegreerd in dit praktijkgedeelte.

De initiële cursus wordt afgesloten door middel van een schriftelijk examen. Dit examen bestaat uit multiple-choice vragen en "aanvul-vragen". Na de cursus op de school volgt een OTT-periode op een basis om onder begeleiding praktijkervaring op te doen. De technisch specialist houdt een takenboek bij waarin staat aangegeven welke taken en werkzaamheden hij (nog) moet uitvoeren. Gedurende deze periode wordt hij begeleid door een OTT-leermeester.

De instructeurs van de LETS kunnen tijdens het onderwijs gebruik maken van een aantal onderwijshulpmiddelen. Een bord, overhead projector, caramate (carrousel diaprojector) en wandborden worden gebruikt om klassikaal informatie over te brengen. Verder zijn veel losse onderdelen van de 200-motor beschikbaar. Dezelfde documentatie als op de bases (technical orders) wordt in de klas gebruikt. Verschillende cursusboeken worden aan de cursisten uitgereikt (dictaat-nummers 28, 30 en 31). Bovendien is een complete borescopie set beschikbaar, evenals een CAMS computer en -software plus de bijbehorende handboeken. De simulatoren van het Engine Diagnostic System (EDS) en het Engine Start System (ESS), en de Start Procedure Trainer worden gebruikt om de theorie toe te lichten. Met behulp van het EDS leren de cursisten een basic trim (zonder klachten) uit te voeren. Tenslotte staan er enkele F-16 straaljagers op de LETS zelf die gebruikt worden voor onderwijsdoeleinden. Tijdens de opleiding worden regelmatig bases bezocht om te kijken hoe de werkzaamheden in de praktijk worden uitgevoerd.

4.3 De conversie-cursus

De conversie-cursus (KH 382) is bedoeld om monteurs die zijn opgeleid voor de 200-motor, om c.q. bij te scholen wat betreft de 220-motor. De monteurs die deze opleiding volgen moeten in staat zijn om preventief en correctief onderhoud te kunnen uitvoeren aan de 220-motor. Deze doelstelling is identiek aan die van de initiële cursus (KH 380) voor de 220-motor. De nadruk in deze cursus ligt op de verschillen tussen de 200- en 220-motor, en de werking van de voor de 220-motor specifieke onderdelen. De cursus duurt 18 dagen plus drie dagen waarin geoefend wordt met het Engine Monitoring System (EMS). Op deze cursus volgt geen OTT. De leermiddelen zijn dezelfde als in de initiële cursus, behalve dat er andere leerboeken zijn (dictaat-nummers 40 en 41). Door middel van schriftelijke multiple-choice examens wordt getoetst of de cursisten de lesstof beheersen.

4.4 De diagnostic-cursus

De diagnostic-cursus (KH 268) heeft als doel het de monteur verschaffen van kennis en vaardigheden benodigd voor het verrichten van correctief onderhoud aan de 200-motor. In deze cursus leert de monteur: praktisch werken met de testapparatuur (ETB, SCS, ignition tester, frequency tester) om de motor af te stellen en klachten te lokaliseren; de werking van de compressor met surge en workline; en welke computerprogramma's de werking van de motor mede bepalen. Deze cursus is specialistischer dan de initiële cursus in die zin dat de monteur wordt geleerd om zelf diagnoses te stellen wat betreft de toestand van de motor, en aan te geven welke tests uitgevoerd moeten worden. Deze cursus bestaat uit 3 weken en

bestaat uit een theoriegedeelte (1½ week) gevolgd door een praktijkgedeelte (1½ week), en wordt afgesloten met een schriftelijk multiple-choice examen. Op deze cursus volgt geen OTT.

Het theoriegedeelte bestaat voor een groot deel uit het opfrissen van de kennis die de cursist al heeft; deze technisch specialisten hebben namelijk al enkele jaren ervaring. De lessen van deze cursus zijn erg systeem-gericht: Aan de hand van "praktijk-klachten" wordt uitgelegd hoe het systeem in elkaar zit, hoe het systeem werkt, welke mogelijke oorzaken er zijn voor bepaalde klachten. De cursisten moeten in kleine groepjes uitleggen/verklaren hoe iets werkt. Vaak gaat de instructeur met de cursisten naar het vliegtuig zelf om het een en ander te laten zien en toe te lichten. Er wordt afgesloten met het tonen van twee video's die de aangehaalde klachten illustreren.

In het praktijkgedeelte wordt instructie gegeven met behulp van simulatoren van enkele testmiddelen, namelijk het Engine Diagnostic System (EDS) en het Engine Start System (ESS), en de mach-nummer simulator. De oefeningen worden geleidelijk moeilijker: er wordt begonnen met een engine trim aan een motor zonder klachten, gevolgd door oefeningen met steeds moeilijker klachten. De instructeur kan een aantal voorgeprogrammeerde klachten simuleren. De aard en moeilijkheidsgraad van de klachten worden door de instructeur naar eigen inzicht vastgesteld. Voorwaarde is wel dat op het eind van het praktijkgedeelte de cursist heeft leren werken met alle testers. De cursisten leren gebruik te maken van dezelfde fault isolations en de fault reportings die op het squadron worden gebruikt. Elke oefening wordt nabesproken: de cursisten moeten aangeven welke acties ze hebben uitgevoerd en waarom ze dat hebben gedaan. De instructeur stelt hierbij kritische vragen (b.v. waarom heb je X in plaats van Y uitgevoerd, wat zou er gebeuren als je Z had uitgevoerd) en probeert op deze manier de theorie nadrukkelijk terug te laten komen in de praktijkles. Ook hier wordt door de instructeur voor elke cursist een beoordelingsformulier ingevuld.

Het examen bestaat uit een schriftelijke multiple-choice toets. Er wordt nadrukkelijk niet gekozen voor een praktijk-examen omdat door de instructeurs de simulatoren als testmiddelen onbetrouwbaar worden ervaren.

De onderwijsleermiddelen zijn dezelfde als in de initiële cursus, inclusief de simulatoren van het EDS en het ESS, en de Start Procedure Trainer. In tegenstelling tot de initiële cursus echter wordt de cursisten hier geleerd klachten op te lossen. Met behulp van deze simulatoren leren de cursisten op welke wijze de test-procedures moeten worden uitgevoerd. Tenslotte wordt regelmatig een praktijkbezoek aan een run-up gebracht. Enerzijds om te zien hoe de werkzaamheden in de praktijk worden uitgevoerd, maar anderzijds omdat met de huidige simulatoren niet alle tests kunnen worden uitgevoerd, c.q. geoefend.

4.5 Simulatoren

Belangrijke onderwijshulpmiddelen die op de LETS wordt ingezet in het opleidingstraject van de motormonteurs, zijn de trainingssimulatoren. In deze paragraaf worden de simulatoren nader toegelicht. De trainingssimulatoren die worden gebruikt zijn het Engine Diagnostic

System (EDS), het Engine Start System (ESS), en de Start Procedure Trainer. Elke simulator kan worden gebruikt om de werking van het werkelijke systeem te demonstreren (met name in de KH 267), en om cursisten te leren storingen op te lossen (met name in de KH 268). Er kunnen scenario's met één of meerdere klachten aangeboden worden. De klachten moeten worden opgelost conform de procedures zoals omschreven in de Technical Orders (TO's). De instructeur kan zelf kiezen uit een aantal voorgeprogrammeerde storingen; deze keuze is afhankelijk van het niveau van de cursisten. Door middel van lampen op de interface van de simulator wordt aangegeven welke aansluitingen de cursist heeft gemaakt. Fouten van de cursist worden direct op het beeldscherm van de instructeursconsole aangegeven, vergezeld van een geluidssignaal. De geschreven feedback bestaat uit de melding welke fout is gemaakt (evt. plus de mededeling dat het een kritieke fout is), en dat aanvullende ondersteuning van de instructeur is vereist ("call your instructor"). Een overzicht van fouten kan worden uitgeprint. Behalve deze automatische on-line registratie is de instructeur continu aanwezig om meer gespecificeerde feedback te geven.

Elke simulator heeft een freeze-mogelijkheid. Als meerdere stappen in een procedure fout worden uitgevoerd, bevriest de simulator automatisch de voortgang van het scenario. Hiermee wordt voorkomen dat de cursist te lang op een verkeerd spoor zit. Er is geen replay-mogelijkheid: het is dus niet mogelijk om een scenario vanaf een bepaald moment opnieuw te starten.

Na elke oefening vindt een nabespreking plaats door de instructeur en de cursisten. Bij deze nabespreking kan eventueel de foutenregistratie van de simulator worden gebruikt. Dit wordt echter altijd aangevuld met de eigen waarneming van de instructeur omdat de simulatoren worden ervaren als verouderd en onbetrouwbaar. Om dezelfde reden wordt de simulator niet ingezet als evaluatie-instrument om na de cursus te toetsen of de cursist de gewenste vaardigheden heeft geleerd. In plaats daarvan wordt een schriftelijke multiple-choice toets afgenomen.

5 KNELPUNTEN IN DE OPLEIDING VAN MOTORMONTEURS

Op basis van gesprekken met instructeurs van de LETS en onderhoudspersoneel op verschillende bases, en op basis van een vergelijking tussen taakanalyses en opleidingsinhoud, zijn de volgende knelpunten met betrekking tot de opleiding van de motormonteurs geïnventariseerd. De knelpunten worden in dit hoofdstuk besproken.

5.1 LETS

Het grote knelpunt dat de door de instructeurs van de LETS naar voren wordt gebracht is de beperkte beschikbaarheid van adequate onderwijs hulpmiddelen. De huidige onderwijs hulpmiddelen om de monteurs op te leiden voor de 200-motor zijn niet geschikt. Met name de simulatoren van het Engine Diagnostic System en het Engine Start System zijn verouderd, en niet meer 100% betrouwbaar als hulpmiddel. Dit blijkt wel uit het feit dat tijdens de oefeningen de instructeur vrijwel continu aanwezig moet zijn om feedback te geven.

Bovendien worden de simulatoren niet gebruikt als evaluatiemiddel om te toetsen of de cursisten de benodigde vaardigheden daadwerkelijk beheersen: in plaats daarvan wordt een schriftelijk examen afgenomen. Meer geavanceerde ondersteuning bij de inzet van simulatoren, zoals het geven van meer kwalitatieve feedback en replay-mogelijkheden, wordt gewenst.

Om de cursisten zo goed mogelijk voor te bereiden op het werken met de 220-motor, wordt door de instructeurs aangegeven dat de onderwijshulpmiddelen meer specifiek gericht moeten zijn op dit type motor. De testapparatuur die in de praktijk wordt gebruikt is niet aanwezig op de LETS. Evenmin beschikt de school over simulatoren van de betreffende testapparatuur, zoals een Data Transfer System (DTS), een Engine Analyser Unit (EAU), een Ground Station Unit (GSU), een Engine Diagnostic Unit (EDU), en een Digital Electronic Engine Control (DEEC).

Het ter beschikking hebben van een 200-motor voor de "200-monteurs" vinden de instructeurs een pluspunt van de huidige opleiding. Om de theorie en afbeeldingen in de boeken te verduidelijken wordt regelmatig uitleg gegeven bij een complete straalmotor zelf. Het wordt als gemis ervaren dat er geen 220-motor aanwezig is die voor onderwijsdoeleinden gebruikt kan worden.

In de leerboeken en documentatie die worden gebruikt wordt de theorie betreffende de motor nauwkeurig omschreven; dit gebeurt voornamelijk in het engels. Aan de hand van afbeeldingen en tekeningen wordt de theorie toegelicht. Een punt van kritiek van de instructeurs is dat de leerboeken niet meer up-to-date zijn.

Bij de diagnostic-cursus tenslotte wordt het als een gemis ervaren dat te weinig tijd kan worden doorgebracht aan het vliegtuig zelf: met name met betrekking tot de verschillende veiligheidsmaatregelen die in acht moeten worden genomen. De veiligheidsmaatregelen staan nu verspreid vermeld in verschillende voorschriften. De instructeur vertelt deze wel zoveel mogelijk in samenhang met elkaar, maar idealiter zou de cursist deze altijd zelf moeten kunnen uitvoeren aan het vliegtuig. Hiervoor is echter te weinig opleidingstijd beschikbaar.

5.2 Bases

Van de technisch specialisten wordt verwacht dat ze alle ins en outs van de motor op LRU-niveau (Line Replaceable Unit) beheersen. Een punt van kritiek vanuit de bases is dat de opleiding voor sommige cursisten te gedetailleerd (dieper dan het LRU-niveau) zou zijn, terwijl voor anderen de opleiding op sommige onderdelen te oppervlakkig is. Voor verschillende monteurs lijkt er dus een verschillend LRU-niveau te zijn.

Wat betreft de 220-motor kunnen, volgens onderhoudspersoneel van diverse bases, de monteurs die net van de opleiding komen in onvoldoende mate werken met het Engine Monitoring System (EMS) en andere testapparatuur omdat de huidige hulpmiddelen op de LETS daarvoor ontoereikend zijn. Ook de reprogrammering van de software van de testers (bij een update) is een taak van de monteur, waarop ze tijdens de opleiding voorbereid

zouden moeten worden. Tijdens de opleiding zou ook meer aandacht aan dataverwerkende systemen moeten worden geschonken.

In de praktijk blijken monteurs moeite te hebben met het gebruik van de boeken: het is lastig te bepalen welk boek op een gegeven moment nodig is, en hoe je vervolgens iets moet opzoeken (vgl. de codes van de TCTO's).

Voor het werken aan de proefbank in de run-up kan door de monteur geen opleiding gevolgd worden. Het opzoeken en oplossen van klachten (hetgeen verschillend is voor de 200- en de 220-motor) wordt, onder begeleiding van een ervaren monteur, in de praktijk geleerd, omdat de huidige hulpmiddelen op de LETS daarvoor ontoereikend zijn.

Elke monteur wordt tijdens de OTT geacht een takenboek bij te houden, waarin door de OTT-begeleider wordt aangegeven welke werkzaamheden de OTT'er heeft uitgevoerd. Een goede begeleiding is echter, door de tijdsdruk op de werkvloer, niet altijd haalbaar.

Van een assistent motormontage tenslotte is pas na de opleiding bekend waar hij wordt ingezet voor het motoronderhoud. De hulpen worden generiek opgeleid, en krijgen in totaal maar 12 uur instructie op het gebied van motoren: dit wordt op de bases als veel te weinig ervaren. De wens vanuit de bases is om assistenten motormonteurs meer doelgericht, c.q. gedifferentieerd op te leiden: ofwel voor gereedstelling/systemen, ofwel voor de motoren.

5.3 Vergelijking tussen taakanalyse en opleidingsinhoud

Behalve de knelpunten die door de instructeurs van de LETS en het onderhoudspersoneel van de bases worden aangegeven, maakt de vergelijking tussen de taakanalyse en de opleidingsinhoud voornamelijk de volgende knelpunten zichtbaar. Uit de taakanalyse (zie hoofdstuk 3) blijkt dat een technisch specialist op diverse werkplekken te werk gesteld kan worden, waar zeer verschillende taken worden uitgevoerd. De opleiding is echter niet gedifferentieerd naar de werkplek. Een monteur in het Werkcentrum Motoren voert namelijk andere taken uit dan een monteur bij de Onderhoudsvlucht, hoewel beide monteurs dezelfde initiële opleiding krijgen aangeboden. Ook de OTT zou beter afgestemd kunnen worden op de betreffende werkplek.

Uit de vergelijking tussen de taakanalyse en de opleidingsinhoud blijkt verder dat de hulpmiddelen die een monteur in de praktijk moet kunnen gebruiken niet allemaal tijdens de opleiding aan bod komen. Dit geldt met name voor het Engine Monitoring System (EMS).

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Uit voorgaande hoofdstukken wordt duidelijk dat motormonteurs F-16 op zeer verschillende plaatsen te werk kunnen worden gesteld, en afhankelijk van de werkplek een zeer verschillende taakinhoud hebben. Ligt b.v. in het werkcentrum Motoren de nadruk op het sleutelen

aan de motor, op de Onderhoudsvlucht komt het veel meer aan op het snel kunnen diagnostiseren, en zo mogelijk oplossen, van problemen. Deze variëteit aan taken vereist dan ook een variëteit aan kennis en vaardigheden om deze taken goed uit te kunnen voeren. Komt het bij de monteur in het werkcentrum Motoren o.a. aan op het goed kunnen sleutelen op aanwijzing van de documentatie, op de Onderhoudsvlucht spelen systeeminzicht en overzicht van de samenhang tussen de motor en andere deelsystemen van de F-16 een veel grotere rol, naast diagnostische vaardigheden. Deze variëteit aan werkplekken en variëteit aan benodigde kennis en vaardigheden rechtvaardigt een indeling in opleidingen waarbij preciezer dan nu wordt gekeken naar de overeenkomst tussen taakinhoud en opleidingsinhoud. Waar nu alle monteurs in eerste instantie dezelfde opleiding volgen, kan dan eerder worden gedifferentieerd naar toekomstige werkplek. Het huidige systeem van breed opleiden brengt nl. met zich mee dat eigenlijk geen enkele monteur maximaal profijt heeft van de opleiding: de opleiding behandelt alle elementen van het motoronderhoud, maar noodzakelijkerwijs voor iedereen op sommige punten te veel, en op andere punten te weinig. Er zijn reeds aanzetten tot meer modulair onderwijs in de toekomst, b.v. zoals de opleiding voor JOAP-analyse die reeds apart gegeven wordt.

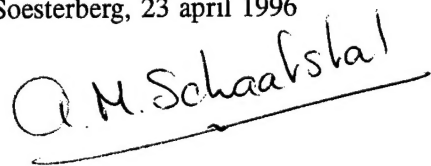
Het gebrek aan geschikte hulpmiddelen op de LETS is een zeer groot probleem, met name voor de opleiding voor onderhoud aan de 220-motor, maar ook voor de 200-motor. Zonder hulpmiddelen moet een groot deel van de opleiding nog plaatsvinden tijdens de OTT of zelfs daarna. De vraag is dan of de praktijk wel altijd een goede onderwijsomgeving is, o.a. vanwege de druk op de voortgang van het werk die het niet altijd mogelijk maakt om een cursist goede leerervaringen op te laten doen. Ook speelt hierin mee dat het niet mogelijk is om systematisch onder controle te hebben, of te sturen, van wat de praktijk aanbiedt aan oefenmogelijkheden, terwijl een leersituatie daar eigenlijk wel om vraagt. In de praktijk kan het b.v. zeer goed voorkomen dat bepaalde problemen zich in een korte tijd vaak voordoen, en andere problemen juist weer niet. In een onderwijssituatie kan de leersituatie worden aangepast aan het niveau van de leerling, en bestaat er dus veel meer controle over de situatie. Het verdient dan ook aanbeveling om de definitie van hulpmiddelen (o.a. voor het trainen van storingzoeken) snel te starten, zodat de LETS binnen afzienbare tijd over geschikte hulpmiddelen voor praktijkonderwijs kan beschikken. Naast simulatoren om het storingzoeken mee te beoefenen verdient het aanbeveling om te onderzoeken in hoeverre met het huidige materiaal voldoende sleutelervaring kan worden opgedaan, en in hoeverre het wenselijk is om aandacht te besteden aan de verwerving van een 220 motor voor onderwijsdoeleinden. Men dient hierbij in het achterhoofd te houden dat de monteurs die nu worden opgeleid voor onderhoud aan de 220 motor nog ervaring hebben opgedaan met de 200 motor, maar dat deze ervaring in de toekomst (vanaf 1998) bij de dan op te leiden monteurs gaat ontbreken. Voor hen is de 220 motor de eerste motor die zij onder handen krijgen.

Het verdient aanbeveling om onderwijs in de bediening van de proefbank, zoals gebruikt op de run-up, systematischer te organiseren. Nu wordt dit element nog voornamelijk aan de praktijk overgelaten. Door de fabriek wordt slechts een gebruikerscursus gegeven die door de LETS als te beperkt wordt ervaren. Meer expliciete training is gewenst op het gebied van het interpreteren van waarden en uitkomsten uit de proefbank, en het gebruik van run-up software.

Daarnaast wordt aanbevolen om de opleiding voor assistenten motormontage ook meer gericht op de toekomstige werkplek op te zetten, en met name om hulpen die zullen worden ingezet in het motoronderhoud ook meer tijd te laten besteden aan de verwerving van vaardigheden die in het motoronderhoud van belang zijn. Hierin is reeds door de LETS voorzien, de nieuwe opleiding is in concept gereed.

Tenslotte verdient het aanbeveling om in de toekomst toe te werken naar een meer consistent opleidingstraject, dat nog beter is afgestemd op de wensen van de praktijk.

Soesterberg, 23 april 1996

A handwritten signature in dark ink, reading 'A.M. Schaafstal'. The signature is written in a cursive style and is underlined with a single horizontal stroke.

Dr. A.M. Schaafstal
(1^e auteur, projectleider)

VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. {
Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 6, 7 en 8. Bibliotheek KMA, Breda
9. Dr. W.F.S. Hylkema, Directie Personeel KLu, AOPL/OPL2, Den Haag

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aangevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWO.